

LES LOIS PHYSIQUES



On va voir Quoi ?

- Les Pressions
- La compressibilité des gaz
- La consommation d'air et l'autonomie
- Les pressions partielle
- Des notion de toxicité des gaz
- La flottabilité
- Des notions d'optique
- Des notions d'acoustique

Pourquoi ?

Nous allons étudier ces différents chapitres car comme vous allez découvrir au fil du cursus, tous ces phénomènes ont une influence au cours d'une plongée, que ce soit sur :

- Votre flottabilité**
- Votre consommation d'air (autonomie)**
- Votre perception (voir, entendre, etc)**
- Votre bien être en général**

**Passons au vif du sujet
maintenant !!**



Les Pressions

Les Pressions

Qu'est que c'est ?

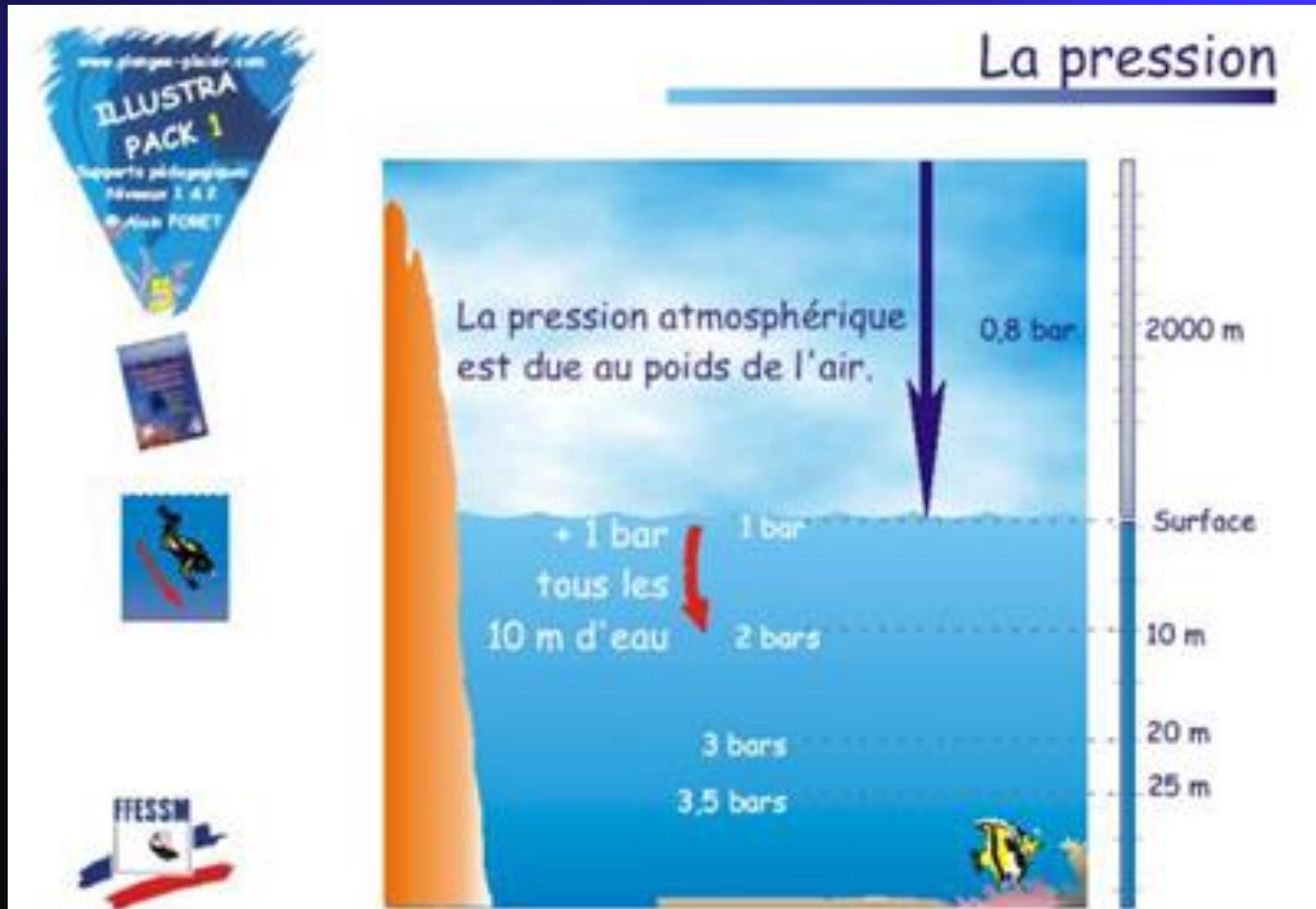
Définition : la pression est une force qui s'exerce sur une surface.

En plongée, l'unité utilisée est le "BAR", pas le poisson, ni le lieux de débriefing des plongées !

Cette unité correspond à 1Kg par centimètre².

Les Pressions

En plongée, on rencontre 3 types de pressions :



Les Pressions

La Pression Atmosphérique :

C'est le poids de l'air au-dessus de nos têtes.

Elle est toujours = 1 bar (au niveau de la mer).

Les Pressions

La Pression relative (ou Hydrostatique) :

C'est le poids de l'eau au-dessus du plongeur.

Elle varie en fonction de la profondeur où l'on se trouve, ou plus exactement, en fonction de la hauteur d'eau au dessus de votre tête.

On considère qu'elle augmente de **1 bar tous les 10 mètres.**

Les Pressions

La Pression Absolue :

C'est la pression que subit tout corps immergé.

Elle est égale à la somme des **Pression atmosphérique** et **Pression hydrostatique**.

Donc :

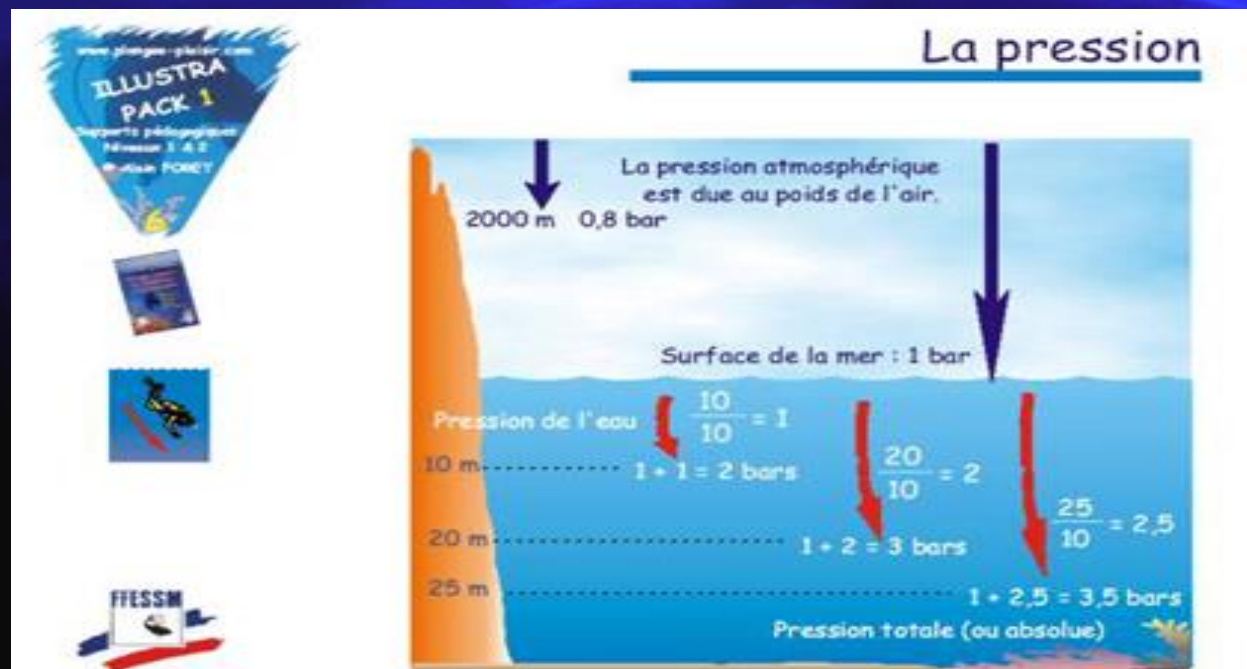
$$P_{abs} = P_{atm} + P_{relative}$$

Les Pressions

Exemples :

la Pression absolue à 10 mètres est de $1(P_{atm}) + 1(P_{rel}) = 2$ bars

la Pression absolue à 20 mètres est de $1(P_{atm}) + 2(P_{rel}) = 3$ bars



Les Pressions

Allez, je suis vache !!

A vous de jouer un peu au tableau ! 😊

La compressibilité des gaz

Les gaz sont compressibles.

Sous l'effet de la pression, on constate une variation des volumes gazeux.

C'est **Mariotte**, qui démontra ce phénomène et défini la loi suivante :

« Le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il reçoit ».

La compressibilité des gaz

Ce qui veut dire :

Plus la pression augmente, plus le volume d'un gaz diminue

et inversement :

Plus la pression diminue, plus le volume d'un gaz augmente.

Et aussi :

$P \times V = \text{Constante}$

La compressibilité des gaz

Ainsi, pour définir les variation de volume en fonction de la profondeur on utilisera la formule suivante :

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$$

Exemple :

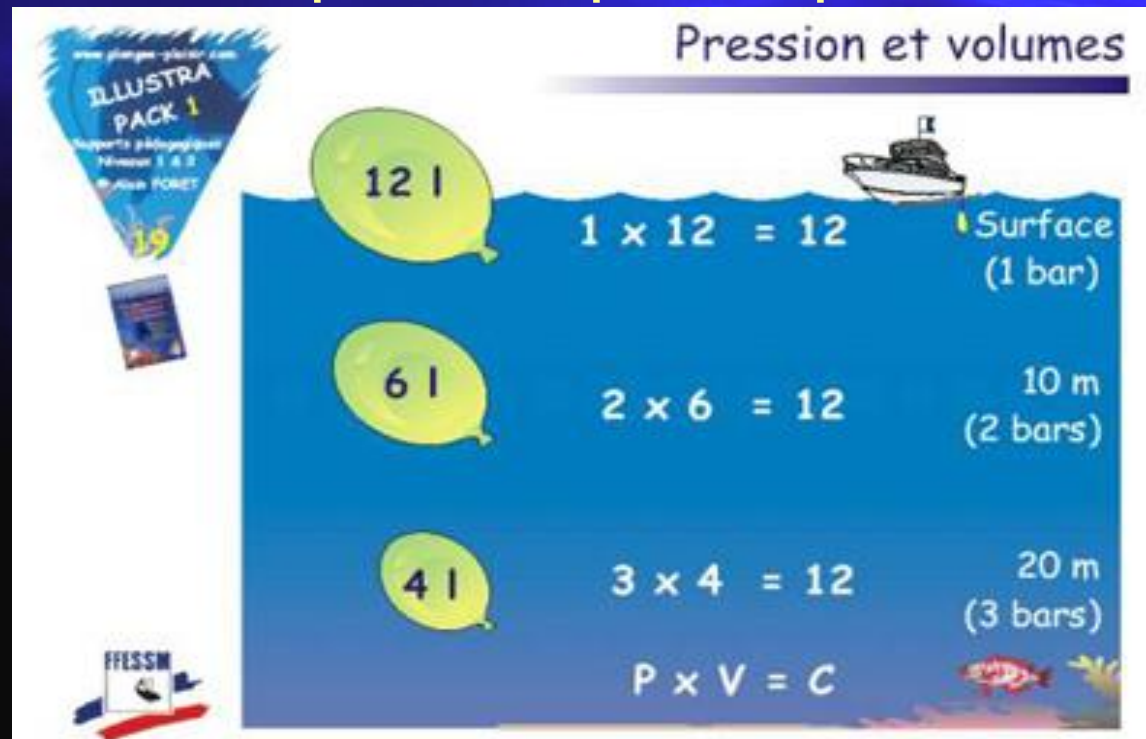
un parachute de 20 litre est rempli avec 5 litres d'air à 10 mètre de profondeur, quel sera le volume d'air à la surface ?

On utilise $P * V = Cts$ soit $2 * 5 = 10$

A la surface $P=1$ donc $1 * V_{surf} = 10$ soit $V_{surf} = 10/1$ soit 10 litres

La compressibilité des gaz

Exemple : prenons un ballon élastique rempli d'air. Si on l'immerge, on constate durant la descente que le volume du ballon diminue. Au cours de la remontée, celui-ci reprendra petit à petit son volume initial.



La compressibilité des gaz

EN PLONGEE :

Il faut savoir que notre organisme est constitué de cavités remplies d'air (comme nos poumons).

Au cours d'une plongée et sous l'action de la pression, ces enveloppes gazeuses vont subir des variations de volume.

Dans certains cas extrêmes, ces variations peuvent entraîner des accidents appelés Accidents Barotraumatiques

La compressibilité des gaz

Allez, je suis vache !!

A vous de jouer un peu au tableau ! 😊

An aerial photograph of a coastal region. A large, dark blue body of water occupies the upper half of the frame. Below the water, a narrow strip of land is visible, followed by a large, irregularly shaped peninsula or island covered in dense green forest. The foreground shows a lighter, textured area, possibly a beach or a shallow lagoon. The overall scene is captured from a high angle, looking down at the coastline.

Pendant ce temps dans le port d'Omonville la Rogue ...

TEMPERATURE ET PRESSION

Quand on gonfle un bloc, c'est-à-dire que l'on compresse de l'air, alors la température de l'air augmente.

Si on laisse le bloc ouvert, l'air se détend, et la température baisse.

$PV=Ct \cdot T$ où T est la température en Kelvin

Pour passer de ° C en K il faut rajouter 273

TEMPERATURE ET PRESSION

Exple :

après gonflage à 200b , un bloc de 15l a une température de 35° . Après quelques heure la température est redescendue à 20° , quel est alors sa pression ?

$$200 * 15 = Ct * 308 \quad \text{donc } Ct = 3000/308$$

A 20° :

$$15 * P = Ct * 293$$

$$P = Ct * 293 / 15$$

$$P = (3000/308) * (293/15)$$

$$P = (200 * 293) / 308$$

$$P = 190$$

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

Un plongeur consomme une moyenne de 20 Litres d'air par minute, pour un effort moyen en surface.

Le plongeur respirant avec un détendeur lui délivrant de l'air à pression ambiante, par conséquence, à consommation en plongée est proportionnelle à la profondeur

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

La consommation sera donc calculée en multipliant la consommation par la pression absolue.

Exple :

à 15 mètres la consommation d'air sera de $2,5 * 20$ soit 50 litres

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

La consommation sera donc calculée en multipliant la consommation par la pression absolue.

Exple :

à 15 mètres la consommation d'air sera de $2,5 * 20$ soit 50 litres

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

FACTEURS DE LA CONSOMMATION :

- L'effort**
- La profondeur**
- Le froid**
- L'âge**
- Le sexe**
- La condition physique**
- La forme psychique**
- Le matériel**
- Le stress**

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

AUTONOMIE :

La capacité en air de la bouteille :

C'est le produit du volume de la bouteille par la pression initiale

Exple :

un bloc de 15 litres à 200 Bar contient :

$200 * 15 = 3000$ Litre d'air détendue

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

Mais tout ce volume d'air n'est pas disponible car par sécurité on soustrait un volume de réserve de 50 bars.

L'autonomie est donc en fonction de la consommation et de la profondeur de la plongée :

Autonomie = Volume disponible / (consommation x pression absolue)

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

Exple :

Nous allons plonger avec un bloc de 15 litres gonflé à 200 Bars sur un fond de 20 mètres, et on considèrera notre consommation à 20 l/mm

Donc on commence par calculer le volume d'air disponible :

$V=15*200$ soit 3000 litres

Mais on retire par précaution 50Bar de réserve soit :

$V_r=15*50$ soit 750 litres

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

Il restera donc de disponible :

$V_d = 3000 - 750$ soit 2250 litres

On calcule la consommation à 20 mètres :

$C = 3 * 20$ soit 60 litres par minutes

Pour déterminer combien de temps on peut plonger, on divise le volume disponible par la consommation soit :

$2250 / 60 = 37,5$ mn

PRESSION PARTIELLE ET TOXICITE DES GAZ

C'est DALTON, qui démontra ce phénomène et défini la loi suivante :

La pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions qu'aurait chacun des gaz s'il occupait seul le volume total.

On appelle Pression partielle, la pression qu'aurait un gaz

Pour calculer la pression partielle d'un gaz on applique la formule suivante :

$P_p = P * \% \text{ du gaz dans le mélange.}$

PRESSION PARTIELLE ET TOXICITE DES GAZ

De ce fait :

La Pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des Pression partielles des gaz constituant le mélange.

D'où :

$$**P = Pp1 + Pp2 + Pp3...**$$

PRESSION PARTIELLE ET TOXICITE DES GAZ

RAPPEL :

L'air est composée par :

79% d'Azote

20,9% d'Oxygène

0,03% de gaz carbonique

0,07% de gaz rares

(dans les énoncés des exercices, ces pourcentage seront arrondi afin de simplifier les calculs, généralement avec 21% ou 20 % de O^2 et 79% ou 80% de N^2)

PRESSION PARTIELLE ET TOXICITE DES GAZ

Donc à pression ambiante, nous aurons :

$P_{pN_2} = 0,79$ Bar d'Azote

$P_{po_2} = 0,209$ Bar d'Oxygène

$P_{pco_2} = 0,0003$ Bar de gaz carbonique

$P_{pgr} = 0,0007$ Bar de gaz rares

A 20 mètres, la pression du gaz est de 3 Bars, et nous aurons :

$P_{pN_2} = 2,37$ Bar d'Azote

$P_{po_2} = 0,627$ Bar d'Oxygène

$P_{pco_2} = 0,0009$ Bar de gaz carbonique

$P_{pgr} = 0,0021$ Bar de gaz rares

PRESSION PARTIELLE ET TOXICITE DES GAZ

TOXICITE DES GAZ :

L'Oxygène devient toxique vers 1,6 Bars de Pression Partielle soit :

$1,6/0.21 = 7,62$ Bar c'est-à-dire vers 66 mètres

L'Azote devient toxique vers 30 - 40 m soit à partir de 3,2 à 4 Bar de Pression Partielle

Le CO₂ devient toxique vers 2% soit 0,02 Bar de Pression Partielle soit vers 656m

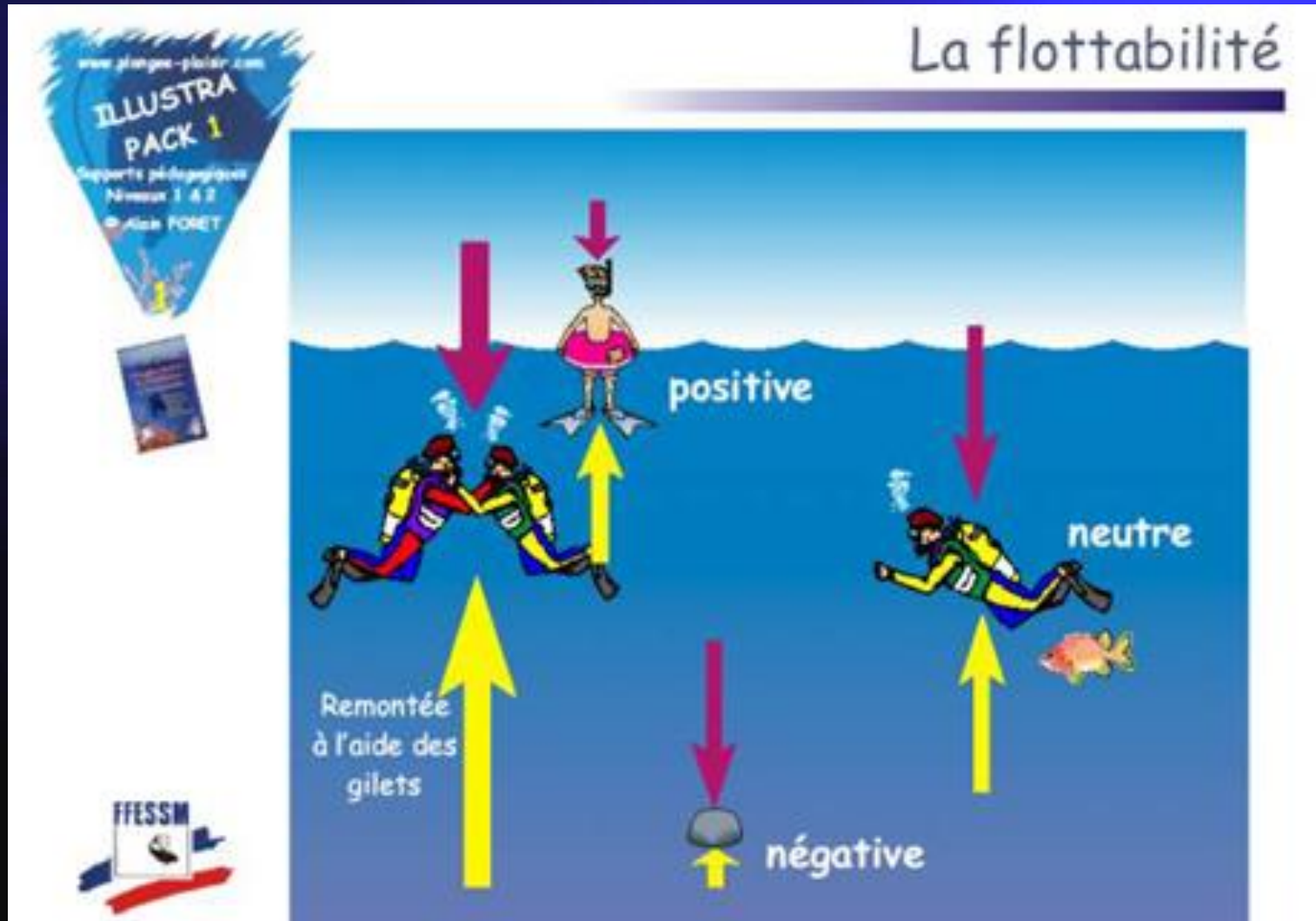
LA FLOTTABILITE

Le poids de notre corps nous attire au fond de l'eau, alors que notre volume corporel nous repousse hors de l'eau

Archimède a donc édicté la loi suivante :

Tout corps plongé dans un fluide, subit de la part de celui-ci une poussée verticale de bas en haut égale au poids du volume de fluide déplacé.

LA FLOTTABILITE



LA FLOTTABILITE

La poussée d'Archimède correspond au "poids" (en eau) du volume de l'objet

Volumes : litres et dm³

Unité de volume pour les liquides (vie courante) **1 litre** Equivaut à **1 dm³** Unité de volume standard (scientifique)

Un plongeur de 86 dm³ de volume déplace 86 litres d'eau (ou 86 dm³ d'eau)

Lest et flottabilité

Poids réel 11,30 kg

Poids réel 11,30 kg

Poids apparent 10,30 kg

P. Archi 1 kg

P. Archi = 1 l x 1kg/l = 1 kg

P. App = 11,30 kg/dm³ - 1kg/dm³ = 10,30 kg

Dans cet exemple, le lest immergé déplace 1 dm³ d'eau soit 1 litre.

*Un litre = 1 dm³
Un litre d'eau = 1 kg*

un litre de plomb = 11,30 kg

LA FLOTTABILITE

Donc, notre flottabilité résulte de la différence entre notre poids et notre volume

. si notre Poids < à notre Volume : on FLOTTE

. si notre Poids > à notre Volume : on COULE

. si notre Poids = à notre Volume : on EST EN EQUILIBRE dans l'eau

Poids Apparent = Poids Réel – Poussée d'Archimède

LA FLOTTABILITE

Exemples:

Si Poids Apparent = Poids Réel – Poussée d'Archimède

Alors :

une personne de 100 Kg et de 120 litres de volume «va FLOTTER».

une personne de 60 Kg et de 40 litres de volume «va COULER».

une personne de 50 Kg et de 50 litres de volume «va être en équilibre».

LA FLOTTABILITE

EN PLONGEE :

Si généralement un homme en maillot de bain est en équilibre dans l'eau, avec une combinaison, il flotte.

La combinaison augmente fortement son volume alors que, le poids n'augmente presque pas.

D'où la nécessité de porter une ceinture de plombs (le poids des plombs doit annuler « ce surplus » de volume).

En plongée, on recherchera toujours à être le plus près possible de l'état d'équilibre, c'est-à-dire:

notre poids = notre volume

OPTIQUE

Sans masque, nous voyons flou dans l'eau.

A travers un masque notre vision dans l'eau est faussée, nous voyons :

- plus gros (grossissement de $1/3$)**
- plus près (raccourcissement de $1/4$)**

De plus, notre champ visuel est réduit de $1/4$.

**Vous comprenez mieux pourquoi il arrive que l'on cherche son chef de palanquée partout, alors qu'il est juste à côté de nous.
Pensez aussi à lui et efforcez vous de bien rester dans son champ de vision.**

OPTIQUE

L'eau absorbe la lumière en quantité et en qualité.

Plus on descend et moins il y a de lumière.

Plus on descend et plus les couleurs disparaissent



EN PLONGEE :

Une lampe ou un phare est souhaitable pour y voir correctement

ACOUSTIQUE

Le son se déplace beaucoup plus vite et plus loin dans l'eau que dans l'air :

1500 m/s dans l'eau

330 m/s dans l'air

Mais notre oreille n'est pas assez rapide pour déterminer l'origine d'un son dans l'eau, on entend les sons certes, mais il nous est impossible de localiser leur provenance

(sauf pour moi car je suis génial, mouhahahahaha)

An underwater photograph showing a diver on the right side, holding onto a large, dark fishing net that stretches across the frame. The water is a deep blue color, and the scene is dimly lit. The text "Merci à vous" is overlaid in the center in a red, cursive font.

Merci à vous

... _0-)